® BUNDESREPUBLIK



DEUTSCHES PATENT- UND MARKENAMT

© OffenlegungsschriftDE 101 62 816 A 1

(1) Aktenzeichen:

101 62 816.1 19. 12. 2001

② Anmeldetag:⑤ Offenlegungstag:

3. 7. 2003

(5) Int. Cl.⁷: **G 02 B 26/08** G 02 B 6/35

(7) Anmelder:

Sunyx Surface Nanotechnologies GmbH, 50933 Köln, DE

(4) Vertreter:

Kutzenberger & Wolff, 50668 Köln

(2) Erfinder:

Reihs, Karsten, Dr., 50968 Köln, DE

(5) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

$ u_{E}$	199 10 375 C2
DE	34 08 590 C2
DE	199 47 788 A1
DE	198 60 135 A1
DE	197 51 169 A1
DE	197 11 564 A1
DE	196 23 270 A1
DE	38 42 480 A1
GB	22 07 522 A
US	47 89 228
EP	10 69 450 A2
WQ	96 34 697 A1

JP Patent Abstracts of Japan:

2000356751 A; 2000356750 A;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- (54) Optischer Schalter
- Die vorliegende Erfindung betrifft eine optische Vorrichtung mit mindestens einem optischen Mittel, das aus einer Flüssigkeit besteht und das mindestens eine ultraphobe Fläche aufweist, auf der das optische Mittel verschiebbar ist.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine optische Vorrichtung mit mindestens einem optischen Mittel, das aus einer Flüssigkeit besteht und das mindestens eine ultraphobe Fläche aufweist, auf der das optische Mittel verschiebbar ist. [0002] Durch den zunehmenden Einsatz von Glasfasern im Bereich der Telekommunikation steigt auch das Interesse an rein optischen Mehrfachschaltern, die sowohl in Vermittlungsstellen als auch zur Herstellung von leicht änderbaren Verschaltungen eingesetzt werden können. Insbesondere die Monomode-Technik stellt für solche Schaltaufgaben eine Herausforderung dar.

[0003] N×M-Schaltmatrizen, welche auf Verschaltung von N-optischen Eingangskanälen auf M-Ausgangskanäle (N,
 0 M ≥ 2) ermöglichen, bieten sich für solche Aufgaben an. Die matrixartige Anordnung der Schaltelemente ermöglicht eine Erweiterung der Anzahl von Ein- und Ausgangskanälen mit dem gleichen Konzept.

[0004] Dabei werden mittels Glasfasern zugeführten Lichtstrahlen der Eingänge durch bewegliche optische Elemente, wie beispielsweise Linsen oder Spiegel auf die Ausgänge umgelenkt. Bisher wurden die optischen Mittel mit Stellmotoren bewegt. Dieses Konzept hat sich jedoch als vergleichsweise teuer, langsam und wartungsintensiv herausgestellt.

15 [0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es deshalb, eine optische Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, die die Nachteile des Standes der Technik nicht aufweist.

[0006] Gelöst wird diese Aufgabe durch eine optische Vorrichtung mit mindestens einem optischen Mittel, das aus einer Flüssigkeit besteht und das mindestens eine ultraphobe Oberfläche aufweist, auf der das optische Mittel verschiebbar ist.

[0007] Es war für den Fachmann überaus erstaunlich und nicht zu erwarten, daß es mit dieser Vorrichtung möglich ist, einen optischen Schalter zu realisieren, bei dem die optischen Mittel nahezu ohne Reibungs- und Flüssigkeitsverlust und Abnutzung bewegt werden können. Mit der optischen Vorrichtung können die optischen Mittel sehr schnell und präzise verschoben werden. Die optische Vorrichtung ist einfach und kostengünstig herzustellen.

[0008] Als flüssiges optisches Mittel kommt jedes dem Fachmann geläufige Mittel in Frage. Vorzugsweise sind die Mittel jedoch optische Linsen oder Spiegel. Bei Linsen ist die Flüssigkeit vorzugsweise Wasser. Ebenso können bevorzugt Flüssigkeiten verwendet werden, die bei der Wellenlänge des Lichtes, mit dem der optische Schalter betrieben wird, optisch transparent sind und vorzugsweise eine hohe Oberflächenspannung aufweisen.

[0009] Bei einem Spiegel ist die Flüssigkeit vorzugsweise eine Flüssigkeit, die an einer ultraphoben Oberfläche stark entnetzt, wobei sich ein dünner Luftfilm zwischen Flüssigkeit und Oberfläche ausbildet, an dem eine optische Totalreflektion auftritt, die als Spiegel verwendet werden kann. Dazu eignen sich Wasser oder Öle an transparenten ultraphoben Oberflächen, bei denen der jeweilige Flüssigkeitstropfen einen Kontaktwinkel > 150° aufweist.

[0010] Die flüssigen, optischen Mittel werden vorzugsweise durch elektrische Felder verschoben, die vorzugsweise durch ein Raster von im wesentlichen gleichmäßig verteilten Elektroden, die einzeln ansteuerbar sind, erzeugt werden können.

sen vorzugsweise eine Dimension ≤ 150 μm, besonders bevorzugt < 70 μm und ganz besonders bevorzugt < 20 μm, auf. [0012] Die Spannungsquelle wird vorzugsweise von einer automatisierten Steuerungseinheit, beispielsweise einem Computer, gesteuert und die einzelnen Elektroden somit individuell mit elektrischer Spannung beaufschlagt. Mit dem Computer wird festgelegt, welche Elektrode zu welchem Zeitpunkt und über welchen Zeitraum an eine elektrischer Spannung gelegt wird. Dadurch kann festgelegt werden, welche Bahn auf der hydrophoben Oberfläche ein Flüssigkeitstropfen mit welcher Geschwindigkeit durchläuft. Die Ansteuerung der Elektroden durch die automatisierte Steuerungs-

einheit kann zu jedem Zeitpunkt verändert werden.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nicht nur eine sondern mehrere Elektroden, vorzugsweise mindestens zwei besonders bevorzugt mindestens vier Elektroden, gleichzeitig angesteuert. Bei der Ansteuerung von zwei Elektroden liegen diese vorzugsweise nebeneinander und bei einer Ansteuerung von vier Elektroden sind diese vorzugsweise in einem Carré angeordnet.

[0014] Vorzugsweise sind die Elektroden in der Nähe der Oberfläche eines Trägers angeordnet. Dieser Träger wird vorzugsweise mit einer Folie mit einer ultraphoben Oberfläche beklebt.

[0015] Eine ultraphobe Fläche im Sinne der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß der Kontaktwinkel eines Wassertropfens, der an der Oberfläche liegt, mehr als 150° beträgt und der Abrollwinkel 10° nicht überschreitet. Als Abrollwinkel wird der Neigungswinkel einer grundsätzlich planaren aber strukturierten Oberfläche gegen die Horizontale verstanden, bei dem ein stehender Wassertropfen mit einem Volumen von 10 µl aufgrund der Schwerkraft bei einer Neigung der Oberfläche bewegt wird. Solche ultraphoben Oberflächen sind zum Beispicl in der WO 98/23549, WO 96/04123, WO 99/10323, WO 99/10324, WO 99/10111, WO 99/10113, WO 99/10112 und WO 96/34697 offenbart, die hiermit als Referenz eingeführt werden und somit als Teil der Offenbarung gelten.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die ultraphobe Oberfläche eine Oberflächentopographie auf, bei der die Ortsfrequenz der einzelnen Fourierkomponenten und deren Amplitude a(f) ausgedrückt durch das Integral S (log(f)) = a(f) · f errechnet zwischen den Integrationsgrenzen log (f₁/µm⁻¹ = -3 und log (f₁/µm⁻¹) = 3 mindestens 0,3 beträgt und die aus einem hydrophoben oder insbesondere oleophoben Material oder aus einem haltbar hydrophobierten Material besteht. Eine solche ultraphobe Oberfläche ist in der internationalen

5 Patentanmeldung WO 99/10322 beschrieben, die hiermit als Referenz eingeführt wird und somit als Teil der Offenbarung gilt.

[0017] Die optische Vorrichtung kann jedes beliebige, dem Fachmann bekannte optische Instrument sein. Vorzugsweise ist die optische Vorrichtung jedoch ein optischer Schalter, bei dem ein oder mehrere optische Eingangskanäle auf

jeweils einen von mehreren optischen Ausgangskanäle geschaltet werden. Vorzugsweise ist bei dieser Anwendung das

optische Mittel eine Kugellinse oder ein Spiegel.

[0018] Durch Verschieben mindestens eines optischen Mittels auf der ultraphoben Oberfläche wird ein Lichtstrahl von

einem Eingangskanai auf einen von menreren Ausgangskanaien umgelenkt.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsfortn der vorliegenden Erfindung werden die optischen Eigenschaften der vorliegen der vorli [0019] In einer weiteren bevorzugten Ausrunrungstorin der vorniegenden Ernnaung werden die optischen Eigenschaften im Sinne der Erfindung sind vorten der optischen Mittel durch elektrische Felder verändent. Optische Eigenschaften im Sinne der Erfindung sind vorten der optischen Mittel durch elektrische Felder verändent. Optische Eigenschaften im Sinne der Erfindung sind vorten der optischen Mittel durch elektrische Felder verändent. Optische Eigenschaften im Sinne der Erfindung sind vorten der optischen Mittel durch elektrische Felder verändent. Optische Eigenschaften im Sinne der Erfindung sind vorten der optischen Mittel durch elektrische Felder verändent. ten der opuschen Mittel durch eiektrische Feider veranden. Opusche Bigenschalten im Sinne der Brindung sind vorzugsweise der Brechungsindex und die Krümmung von Linsen, vorzugsweise Kugellinsen, bzw. die Krümmung von Linsen, Pai diener betragtigen Ausführungsforte der und lingen der Brindung wird des oplische Mittel nicht auf vorzugsweise Referdung wird des oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird des oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird des oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird des oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird des oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird des oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird des oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird der oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird der oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird der oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird der oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird der oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird der oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird der oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird der oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird der oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird der oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird der oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird der oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird der oplische Mittel nicht auf vorzugsweise der Brindung wird der oplische Brindung wird der oplisch Zugsweise der Brechungsindex und die Krummung von Linsen, vorzugsweise Kugellinsen, bzw. die Krummung von Spiegeln. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird das optische Mittel nicht nur verzughen. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird das optische Mittel nicht nur verzughen einden eindem insanzent in seinen owischen Eigenschaften verändert en delt dem Eachmann zurührliche Derameter. Spiegeln. Bei dieser bevorzugten Ausrunrungsform der vorhiegenden Erfindung wird das optische Mittel nicht nur verschoben sondern insgesamt in seinen optischen Eigenschaften verändert, so daß dem Fachmann zusätzliche Parameter schoben sondern insgesamt in seinen optischen Lieuten und der Verschilbung u schopen sondern insgesamt in seinch opuschen rigenschauen verandert, so das dem rachmann zusatzuche rarameter zur Gestaltung von optischen Vorrichtungen zur Verfügung stehen. Der Fachmann versteht, daß das Verschieben der optischen Mittel und die Veränderung von demonstrichen Einenschaften und die Veränderung von demonstrichen Einenschaften und der Veränderung von demonstrichen Einenschaften und dem Veränderung von demonstrichen Einenschaften und dem Veränderung von demonstrichen veränderung veränderung von demonstrichen veränderung verände zur Oestattung von opuschen vortichtungen zur vertugung stehen. Der Pachtnann versteht, das das verschieben der optischen Mittel und die Veränderung von deren optischen Eigenschaften unabhängig voneinander erfolgen kann aber nicht

nus.
[0020] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine optische Vorrichtung mit einem flüssigen opti-Luzuj ein weiterer Gegenstand der vormegenden Erindung ist eine optische vormentung mit einen nussigen optische Mittel, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine optische Eigenschaft des Mittels durch ein elektrisches Feld

15

q.

reversibet veranderbar ist.

[0021] Optische Eigenschaften im Sinne der Erfindung sind vorzugsweise der Brechungsindex und die Krümmung von

Linsen, vorzugsweise Kugeinnsen, pzw. die Krummung von Spiegein.

[0022] Es war für den Fachmann überaus erstaunlich, daß es bei flüssigen optischen Mitteln gelingt, durch das Anlegen 100221 Es war tur den Pacnmann uberaus erstaumen, dan es bei nussigen optischen mittein genngt, durch das Amegen eines elektrischen Feldes reversibel und sehr schnell unterschiedliche optische Eigenschaften zu erreichen. Die Vorrichtung ist eines elektrischen Feldes reversibel und sehr schnell unterschiedliche optische Eigenschaften zu erreichen. Die Vorrichtung ist eines elektrischen Feldes reversibel und sehr schnell unterschiedliche optische Eigenschaften zu erreichen. Die Vorrichtung ist eines elektrischen Feldes reversibel und sehr schnell unterschiedliche optische Eigenschaften zu erreichen. Die Vorrichtung ist eines elektrischen Feldes reversibel und sehr schnell unterschiedliche optische Eigenschaften zu erreichen. Die Vorrichtung ist eines elektrischen Feldes reversibel und sehr schnell unterschiedliche optische Eigenschaften zu erreichen. Die Vorrichtung ist eines elektrischen Feldes reversibel und sehr schnell unterschiedliche optische Eigenschaften zu erreichen. Die Vorrichtung ist eines elektrischen Feldes reversibel und sehr schnell unterschiedliche optische Eigenschaften zu erreichen. Linsen, vorzugsweise Kugellinsen, bzw. die Krümmung von Spiegeln.

tung ist einrach und Kostengunsing nerzusiehen.

[0023] Vorzugsweise ist das Mittel eine Kugellinse, die aus einem kugelförmigen Flüssigkeitstropfen besteht, dessen tung ist einfach und kostengünstig herzustellen.

Krummung reversibel veranderbar ist.

[0024] Vorzugsweise wird das Mittel auf einer ultraphoben Oberfläche, wie sie bereits oben beschrieben worden ist, gelagert. Diese Austunrungstorin nat den vorten, das ein Hopfen auf der uhraphoben Oberfläche verschoben werden kann. one Form einer Kugel einnimmt und verlustirei auf der uhrapnoben Übernache verschoben werden Kann.

[0025] In einer bevorzugten Anwendungsform der vorliegenden Erfindung ist die optische Vorrichtung ein optischer Punktig Vorschung der gerinden Einenschaften ist de möglich. Tiele um einem Einensehand auf einem Einen Einen

Schalter, Durch die Veränderung der optischen Eigenschaften ist es möglich, Licht von einem Eingangskanal auf einen von menreren Ausgangskanaien zu schaiten, ohne daß das optische Mittel bewegt werden muß.

[0026] Im folgenden wird die Erfindung anhand der Fig. 1, 2, 2a-2c erläutert. Diese Erläuterungen sind lediglich beispielhaft und schränken den allgemeinen Erfindungsgedanken nicht ein.

spieum und schangen den augemeinen Landaungsgemäßen oplischen Schalters.

[0027] Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen oplischen Schalters. Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen optischen Schalters,

Fig. 2c zeigt das Prinzip eines opiegeis, der auf einer unrapnoben Obernache basiert.

Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen optischen Schalters, der drei Eingangskanäle E1-E3
ei Ausgangskanäle A1-A2 aufweist Durch die Eingangskanäle E1-F3 werden Lichteignale in den ontischen und drei Ausgangskanäle Al-A3 aufweist. Durch die Eingangskanäle E1-E3 werden Lichtsignale in den optischen Schaler geleitet und der Ausgangskanäle Al-A3 aufweist. Durch die Eingangskanäle E1-E3 werden Lichtsignale in den optischen Schaler geleitet und der auf einen der Ausgangskanäle Al-A3 umgeleitet. Deien lage in die in Bie Land dem Eingangskanäle Al-A3 umgeleitet und der auf einen der Ausgangskanäle Al-A3 umgeleitet und der auf einen der Ausgangskanäle Al-A3 umgeleitet. und drei Ausgangskanaie A1-A3 aufweist. Durch die Eingangskanaie E1-E3 werden Lichtsignaie in den opuschen Schaler geleitet und dort auf einen der Ausgangskanäle A1-A3 umgeleitet. Beispielhaft ist dies in Fig. 1 an dem Eingangskanale P3 und an dem Ausgangskanale A1-A3 umgeleitet. Beispielhaft ist dies in Fig. 1 an dem Eingangskanale P3 und an dem Ausgangskanale A1-A3 umgeleitet. Beispielhaft ist dies in Fig. 1 an dem Eingangskanale P3 und an dem Ausgangskanale A1-A3 umgeleitet. Beispielhaft ist dies in Fig. 1 an dem Eingangskanale P3 und an dem Ausgangskanale P3 und an dem Ausgangskanale P3 und an dem Eingangskanale P3 und eingangskanale [0028] Schaler gelener und dort auf einen der Ausgangskanale Al-AJ umgelenet. Beispielnan ist dies in Fig. 1 an dem Eingangskanal E2 und an dem Ausgangskanal Al verdeutlicht. Ein Lichtsignal wird über den Lichtleiter E2 in den optischen Vehalter geleitet und dem Ausgangskanal Al verdeutlicht. Ein Lichtsignal wird über den Lichtleiter E2 in den optischen Vehalter geleitet und der durch der Wegentrapfor I der eine optische Lines der tallt. gangskanal H2 und an dem Ausgangskanal A1 verdeutucht. Ein Lichtsignal wird über den Lichteiter H2 in den optischen Schalter geleitet und dort durch den Wassertropfen 1, der eine optische Linse darstellte gebündelt und von der Optischen Schalter geleitet und dort durch den Wassertropfen 1, der eine optische Linse darstellte gebündelt und von der Tiebteinen Deutschen Bewerden 1, der eine optische Linse darstellte gebündelt und von der Tiebteinen Deutschen Deutschen Bewerden 1, der eine optische Linse darstellte gebündelt und von der Tiebteinen Deutschen Deutsche Deutschen Deutsche Schalter geientei und dort durch den Wassertropten 1, der eine optische Linse darstettt, gebundeit und von der optischen Struktur, die aus neun teilrestektierenden Spiegeln 5 besteht, auf den Ausgangskanal Al restektiert. Bevor das Lichtsignal den optischen Schalter durch den Ausgangskanal Al verläßt, wird es durch den Wassertropfen 3, der ebenfalls eine optischen Schalter durch den Ausgangskanal Al verläßt, wird es durch den Wassertropfen 3, der ebenfalls eine optische Liene derstellt wieder Ausgangskanal Al verläßt, wird es durch den Wassertropfen 3, der ebenfalls eine optische Liene derstellt wieder auf en der stellt wieder auf en derstellt wieder auf en der stellt wieder auf en derstellt wieder auf en der stellt wieder auf en den optischen Schalter durch den Ausgangskanat A1 vertast, wird es durch den wassertropten 3, der ebentatis eine optische Linse darstellt, wieder aufgeweitet. Der optische Schalter weist des weiteren eine ultraphobe Oberfläche 4 auf, auf der die Wassertopfen einen Kontaktwinkel von 174° einnehmen. Hamittelber unter der ultraphoben Oberfläche befinden usene Linse darsient, wieder aurgeweitet. Der opusche Schalter weist des weiteren eine uitraphobe Oberfläche befinden der die Wassertopfen einen Kontaktwinkel von 174° einnehmen. Unmittelbar unter der ultraphoben Oberfläche befinden die Wassertopfen einen Kontaktwinkel von 1840 einhehmen. Unmittelbar unter der ultraphoben Oberfläche befinden sich zwei Raster nut Elektroden, die jewens mit einer elektrischen Spannung in einer beuebigen Keinenloige und tur eine beliebige Dauer ansteuerbar sind, wodurch ein Wassertropfen sehr genau und sehr schnell auf oder zwischen den jeweisen Elektroden des Pastere positioniert werden kann. Der Rachmann arkennt daß das Paster keine 2 2 3 Marrie eine Elektroden des Pastere positioniert werden kann. Der Rachmann arkennt daß das Paster keine 2 2 3 Marrie eine benebige Dauer ansteuerbar sind, wodurch ein wasseruropien sehr genau und sehr schnen auf oder zwischen den Jewei-ligen Elektroden des Rasters positioniert werden kann. Der Fachmann erkennt, daß das Raster keine 3 × 3 Matrix sein ligen Elektroden des Kasters positioniert werden kann. Der Pachmann erkennt, das das Kaster keine 3 x 3 Mairix sein muß, sondern wesentlich feiner oder gröber sein kann. Durch die Veränderung Position der beiden Wassertropfen werden muß, sondern wesentlich feiner oder gröber sein kann. Durch die Veränderung Position der beiden Wassertropfen werden die Veränderung Position der beiden Wassertropfen der beiden Wassertropfen der Bertropfen der

chen auf unterschiedliche Ausgangskanäle Al-A3 umgeleitet. Die möglichen Schaltzustände und die dazugehörigen Positionen der Wassertzonfen 1.3 sind in der Taballe 1. Zusantzengefolte. Die Hedelings einer Einschaltzustände und die dazugehörigen Positionen der Wassertzonfen 1.3 sind in der Taballe 1. Zusantzengefolte. chen auf unterschiedliche Ausgangskanale A1-A3 umgeleitet. Die moglichen Schaltzustande und die dazugenorigen Positionen der Wassertropfen 1, 3 sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt. Die Umleitung eines Eingangssignals auf untersteht Wilde in Toron von hausselichen Positionen der Wassertropfen 1, 3 sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt. Die Umleitung eines Eingangssignals auf unterschiedliche Wassertropfen 1, 3 sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt. Die Umleitung eines Eingangssignals auf unterschiedliche Wassertropfen 1, 3 sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt. Die Umleitung eines Eingangssignals auf unterschiedliche Wassertropfen 1, 3 sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt. Die Umleitung eines Eingangssignals auf unterschiedliche Wassertropfen 1, 3 sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt. Die Umleitung eines Eingangssignals auf unterschiedliche Wassertropfen 1, 3 sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt. Die Umleitung eines Eingangssignals auf unterschiedliche Wassertropfen 1, 3 sind in der Tabelle 2 zusammengefaßt. Die Umleitung eines Eingangssignals auf unterschiedliche Wassertropfen 1, 3 sind in der Tabelle 2 zusammengefaßt. stuonen der wassertropten 1, 3 sind in der 1aoette 1 zusammengelaut. Die Omtettung eines Eingangssignats auf unterschiedliche Ausgangskanäle kann sehr schnell und ohne jegliche mechanische Teile in Form von beweglichen Festkörpern errolgen.

[10032] Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen optischen Schalters, der drei Eingangska-

1882 2 reigt eine weitere Austunrungsform des ernndungsgemaßen opuschen Schalters, der drei Eingangskanäle E1-E3 und drei Ausgangskanäle A1-A3 aufweist. Durch die Eingangskanäle E1-E3 werden Lichtsignale in den optiechen Schalter geleigt und der auf einen der Ausgangskanäle A1-A3 umgebitet. Reieninthaft ist dies in Fig. 1 an dem Lichtsignale und der auf einen der Ausgangskanäle A1-A3 umgebitet. Reieninthaft ist dies in Fig. 1 an dem naie E.1-E.3 und drei Ausgangskanaie A1-A3 aufweist. Durch die Eingangskanaie E.1-E.3 werden Lientsignale in den optischen Schalter geleitet und dort auf einen der Ausgangskanäle A1-A3 umgeleitet. Beispielhaft ist dies in Fig. 1 an dem Eingangskanal E2 und an dem Ausgangskanal A1 umdentlicht. Ein Liebtsianal mit dies dem Ziehtsleiter 19 in den dem Eingangskanal E2 und an dem Ausgangskanal A1 umdentlicht. Ein Liebtsianal mit dies dem Ziehtsleiter 19 in den dem Eingangskanal E2 und an den Ausgangskanal A1 verdeutlicht. Ein Lichtsignal wird üher den Lichtleiter E2 in den opti-Eingangskanal EZ und an dem Ausgangskanal A1 verdeutlicht. Ein Lichtsignal wird uner den Lichtichter EZ in den opt-schen Schalter geleitet und durch den schaltbaren Spiegel 7 auf den Ausgangskanal A1 umgelenkt. Die Funktionsweise der schalter geleitet und durch den schaltbaren Spiegel 7 auf den Ausgangskanal A1 umgelenkt. Die Funktionsweise schen Schafter geiehet und durch och schaftbaren Spieget / auf den Ausgangskanat A1 umgeiehkt. Die Funktionsweise des schaftbaren Spiegels wird anhand der Fig. 2a-2c weiter unten crläutert. Der optische Schafter weist des weiteren eine ultemblebe Oberfliche Spiegels wird anhand der Fig. 2a-2c weiter unten crläutert. Der optische Schafter weist des weiteren eine ultemblebe Oberfliche Spiegels wird anhand der Fig. 2a-2c weiter unten crläutert. Der optische Schafter weist des weiteren eine ultemblebe Oberfliche Spiegels wird anhand der Fig. 2a-2c weiter unten crläutert. Der optische Schafter weist des weiteren eine ultemblebe Oberfliche Spiegels wird anhand der Fig. 2a-2c weiter unten crläutert. des schalter spiegels wird annand der Fig. 2a-2c weiter unten criautert. Der optische Schalter weist des weiteren eine ultraphobe Oberfläche 6 auf, auf der die Wassertopfen einen Kontaktwinkel von 174° einnehmen. Durch die jeweitige Chalters der obeitige der obeiti ultrapnobe Opertiache 6 auf, auf der die Wassertopten einen Kontaktwinket von 1/4° einnehmen. Durch die Jeweinge Schaltung der schaltbaren Spiegel werden die Lichtsignale der Eingangskanäle E1–E3 auf unterschiedliche Ausgangsbandle A1 A2 wegeneite.

Kanate A1-A3 umgetettet.

[0033] Die Funktion der schaltbaren Spiegel ist anhand der Fig. 2a-2c ersichtlich. Wie in Fig. 2c dargestellt, basiert der mehaltbaren Spiegel ist anhand der Fig. 2a-2c ersichtlich. Wie in Fig. 2c dargestellt, basiert der mehaltbaren Spiegel ist anhand der Fig. 2a-2c ersichtlich. Wie in Fig. 2c dargestellt, basiert der mehaltbaren Spiegel ist anhand der Fig. 2a-2c ersichtlich. Wie in Fig. 2c dargestellt, basiert der mehaltbaren Spiegel ist anhand der Fig. 2a-2c ersichtlich. Wie in Fig. 2c dargestellt, basiert der mehaltbaren Spiegel ist anhand der Fig. 2a-2c ersichtlich. Wie in Fig. 2c dargestellt, basiert der mehaltbaren Spiegel ist anhand der Fig. 2a-2c ersichtlich. Wie in Fig. 2c dargestellt, basiert der mehaltbaren Spiegel ist anhand der Fig. 2a-2c ersichtlich. Wie in Fig. 2c dargestellt, basiert der mehaltbaren Spiegel ist anhand der Fig. 2a-2c ersichtlich. Wie in Fig. 2c dargestellt, basiert der mehaltbaren Spiegel ist anhand der Fig. 2a-2c ersichtlich. Wie in Fig. 2c dargestellt, basiert der mehaltbaren Spiegel ist anhand der Fig. 2a-2c ersichtlich. Wie in Fig. 2c dargestellt, basiert der mehaltbaren Spiegel ist anhand der Fig. 2a-2c ersichtlich. Wie in Fig. 2c dargestellt, basiert der mehaltbaren Spiegel ist anhand der Fig. 2a-2c ersichtlich. Wie in Fig. 2c dargestellt, basiert der mehaltbaren Spiegel ist anhand der Fig. 2a-2c ersichtlich. DIE FUNKUON DET SCHAUDATEN Spiegel IST annand der Fig. 2a-2c ersichtien, wie in Fig. 2c dargestellt, Dasiert der schaltbare Spiegel auf einer transparenten, ultraphoben Fläche 12, einem Luftfilm 11 und einer Flüssigkeit 10, die in dem schaltbare Spiegel auf einer transparenten, ultraphoben Fläche 12, einem Luftfilm 11 und einer Flüssigkeit 10, die in dem schaltbare Spiegel auf einer transparenten, ultraphoben Fläche 12, einem Luftfilm 11 und einer Flüssigkeit 10, die in dem schaltbare Spiegel auf einer transparenten, ultraphoben Fläche 12, einem Luftfilm 11 und einer Flüssigkeit 10, die in dem schaltbare Spiegel auf einer transparenten, ultraphoben Fläche 12, einem Luftfilm 11 und einer Flüssigkeit 10, die in dem schaltbare Spiegel auf einer transparenten, ultraphoben Fläche 12, einem Luftfilm 11 und einer Flüssigkeit 10, die in dem schaltbare Spiegel auf einer transparenten, ultraphoben Fläche 12, einem Luftfilm 11 und einer Flüssigkeit 10, die in dem schaltbare Spiegel auf einer transparenten die Lutraphoben Fläche 12, einem Luftfilm 11 und einer Flüssigkeit 10, die in dem schaltbare Spiegel auf einer transparenten die Lutraphoben Fläche 12 kildet eine mit dem schaltbare Spiegel auf einer Lutraphoben Fläche 12 kildet eine mit dem schaltbare sc scnandare Spiegei auf einer transparenten, uttraphoben Flache 12, einem Luttum 11 und einer Flüssigkeit 10, die in dem vorliegenden Fall Wasser ist. Durch die Ultraphobizität der Fläche 12 bildet sich zwischen dieser und der Flüssigkeit 10 ein Ultraphobizität der Fläche 12 bildet sich zwischen dieser und der Flüssigkeit 10 ein Ultraphobizität der Fläche 12 bildet sich zwischen dieser und der Flüssigkeit 10 ein Ultraphobizität der Fläche 12 bildet sich zwischen dieser und der Flüssigkeit 10 ein Ultraphobizität der Fläche 12 bildet sich zwischen dieser und der Flüssigkeit 10 ein Ultraphobizität der Fläche 12 bildet sich zwischen dieser und der Flüssigkeit 10 ein Ultraphobizität der Fläche 12 bildet sich zwischen dieser und der Flüssigkeit 10 ein Ultraphobizität der Fläche 12 bildet sich zwischen dieser und der Flüssigkeit 10 ein Ultraphobizität der Fläche 12 bildet sich zwischen dieser und der Flüssigkeit 10 ein Ultraphobizität der Flüssigkei voruegenden van wasser ist. Durch die Ultraphobizitat der Flache 12 bildet sich zwischen dieser und der Flussigkeit 10 ein Luftfilm 11 aus, der totalreflektierend d. h. wie ein Spiegel wirkt. Dieser Zusammenhang ist anhand des Lichtstrahls 9

Gargestein.

[0034] Die weitere Funktion des schaltbaren Spiegels wird anhand der Fig. 2a und 2b erläutert. Ein Flüssigkeitstropfen

R in dem vorliegenden Ball Wegen und mit einem elektrischen Bald entlang eine Ausgebachen [10034] Die weitere Funktion des schaitnaren Spiegeis wird annand der rig. Za und Zb erlaufen, Ein Flüssigkeitstoplen 8, in dem vorliegenden Fall Wasser, wird mit einem elektrischen Feld entlang einer ultraphoben Flüche verschoben.

Durch die Ultraphobizität der Fläche 12 bildet sich an den Stellen, an denen der Flüssigkeitstropfen 8 die Fläche 12 bedeckt ein Luftfilm aus, der totalreflektierend wirkt. An den Stellen der Fläche 12, an denen sich der Flüssigkeitstropfen 8 nicht befindet ist die Fläche 12 für das jeweilige Licht transparent. Fig. 2a zeigt den Zustand, in dem der schaltbare Spiegel reflektierend wirkt, weil sich der Flüssigkeitstropfen 8 in der Bahn des Lichtstrahls 9 befindet. Fig. 2b zeigt den Zustand, in dem der Flüssigkeitstropfen 8 nut einem elektrischen Feld nach links bewegt worden ist. Der Lichtstrahl wird bei dieser Einstellung des schaltbaren Spiegels lediglich an den transparenten, ultraphoben Flächen gebrochen nicht jedoch reflektiert. Der schaltbare Spiegel kann demnach belicbig zwischen den Zuständen spiegelnd oder lichtdurchlässig umgeschaltet werden. In Fig. 2 ist der schaltbare Spiegel in Spalte 1, Reihe 2 totalreflektierend und der schaltbare Spiegel in Spalte 1, Reihe 2 transparent.

Tabelle 1

Optische Schaltmatrix					
Schaltzustand	Tropfenlinse 1	Tropfenlinse 3			
	Position	Position			
	(Spalte, Reihe)	(Spalte, Reihe)			
E1 A1	1,3	1,3			
E1 A2	2,3	2,3			
E1 A3	3,3	3,3			
E2 A1	1,2	1,2			
E2 A2	2,2	2,2			
E2 A3	3,2	3,2			
E3 A1	1,1	1,1			
E3 A2	2,1	2,1			
E3 A3	3,1	3,1			

45

.55

60

65

Patentansprüche

- 1. Optische Vorrichtung mit mindestens einem optischen Mittel (1, 3, 8, 10), das aus einer Flüssigkeit besteht, dadurch gekennzeichnet, daß sie mindestens eine ultraphobe Fläche (4, 6, 12) aufweist, auf der das optische Mittel verschiebbar ist.
- 2. Optische Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel (1, 3, 8, 10) eine optische Linse oder ein Spiegel ist.
- 3. Optische Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Mittel mit einem elcktrischen Feld verschiebbar ist.
- 4. Optische Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie ein optischer Schalter ist.
- Schalter ist.
 Optische Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel (1, 3, 8, 10) eine Kugellinse ist.
 Optische Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß durch Verschieben mindestens eines
- 6. Optische Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß durch verschieben mindestens eines Mittels (1, 3, 8, 10) auf der ultraphoben Oberfläche (4, 6, 12) ein Lichtstrahl von einem Eingangskanal auf einen von mehreren Ausgangskanalen umlenkbar ist.
- 7. Optische Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine optische Eigenschaft des optischen Mittels, vorzugsweise dessen Brechungsindex und/oder dessen Krümmung, durch ein elektrisches Feld veränderbar ist.
- 8. Optische Vorrichtung mit mindestens einem flüssigen optischen Mittel, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine optische Eigenschaft des Mittels, vorzugsweise dessen Brechungsindex und/oder dessen Krümmung, durch ein elektrisches Feld reversibel veränderbar ist.
- 9. Optische Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel eine Kugellinse ist, deren Krümmung reversibel veränderbar ist.
- 10. Optische Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel auf einer ultraphoben Oberfläche gelagert ist.
- 11. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8-10, dadurch gekennzeichnet, daß sie ein optischer Schalter ist.

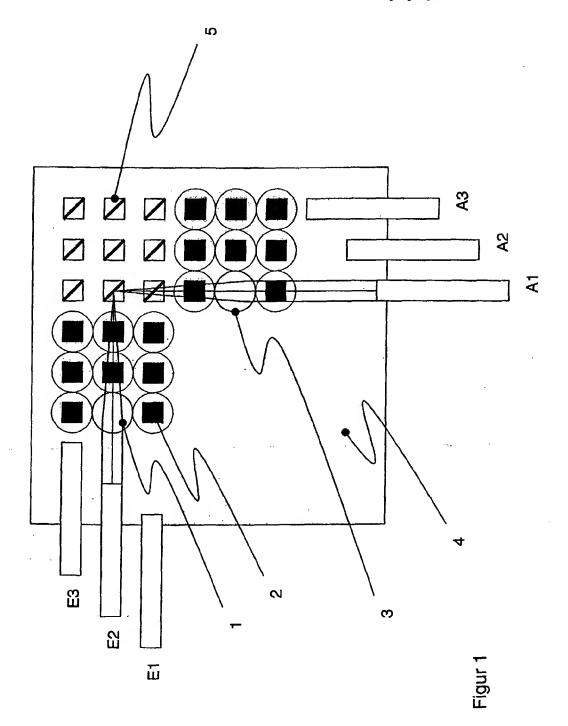
12. Optische Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß durch Veränderung der optischen Eigenschaften des Mittels ein zugeführter Lichtstrahl von einem Eingangskanal auf einen von mehreren Ausgangskanälen umlenkbar ist.

	Hierzu 4 Seite(n) Zeiche	nungen		
				1
	•			•
				ı
				2
				2
		•		3
	•			3
- '				
				4
	•			
	•			4
				5
				5
				ć

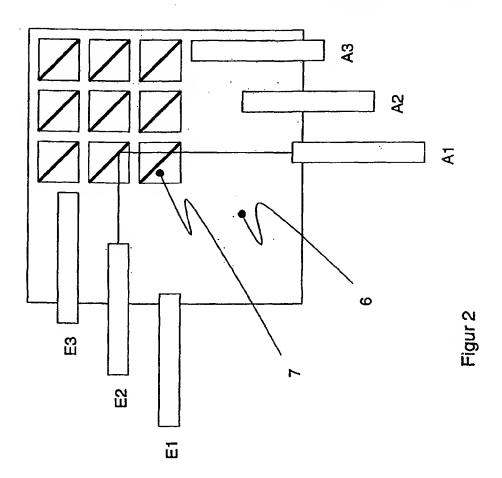
Nummer: Int. Cl.⁷:

Offenlegungstag:

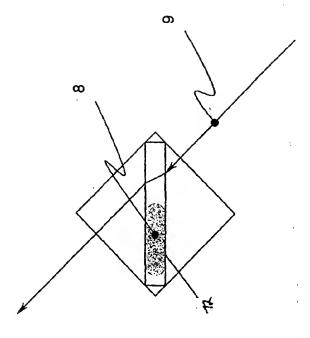
DE 101 62 816 A1 G 02 B 26/08 3. Juli 2003



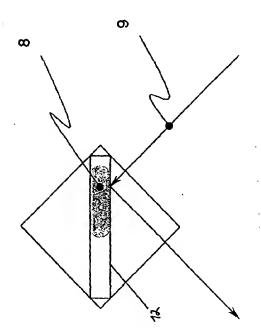
Nummer: Int. Cl.⁷: Offenlegungstag: DE 101 62 816 A1 G 02 B 26/08 3. Juli 2003



Nummer: int. Cl.⁷: Offenlegungstag: DE 101 62 816 A1 G 02 B 26/08 3. Juli 2003



Figur 2b



Figur 2a

Nummer: Int. Cl.⁷: Offenlegungstag: DE 101 62 816 A1 G 02 B 26/08 3. Juli 2003

